resipod family

Instruções de operação

Teste de durabilidade do concreto

proceq

Fabricado na Suíça

... more than 50 years of know-how you can measure!

Conteúdo

1 Segurança e responsabilidade. 3

2 Como começar 3
2.1 Resipod Basics 3
2.2 O princípio de medição do Resipod 4
2.3 O display do Resipod. 5

3 Medindo a resistividade com o Resipod 7
3.1 Efetuando uma medição 7
3.2 Função de memória 8

4 Medições de resistividade “in situ” 10
4.1 Influências 10
4.2 Aplicações 11

5 Aplicações em controle de qualidade 13
5.1 Resipod Resisitividade Volumétrica ou “Bulk Resistivity” 13
5.2 Resipod Geometric 16

6 Unidades, peças e acessórios 17

7 Especificações Técnicas 17

8 Manutenção e suporte 18

9 Software ResipodLink 20

© by Proceq SA

1. Segurança e responsabilidade

Precauções de segurança e uso

Este manual contém informações importantes relativas à segurança, uso e manutenção do Resipod. Leia o manual atenciosamente antes de utilizar o instrumento pela primeira vez. Guarde este manual em local seguro para consultas futuras.

Responsabilidade

Nossos “Termos e condições gerais de venda e fornecimento” aplicam-se em todos os casos. Reivindicações de garantia ou responsabilidade em consequência de lesões pessoais ou danos materiais não se sustentam quando decorrerem de uma ou mais das seguintes causas:

- Falha ao utilizar o instrumento conforme sua designação de acordo com a descrição neste manual.
- Verificação de performance incorreta para operação e manutenção do instrumento e seus componentes.
- Não efetuar as operações conforme se encontram descritas no manual de instruções quanto à verificação de performance, operação e manutenção do instrumento e de seus componentes.
- Modificações estruturais não autorizadas no instrumento e seus componentes.
- Dano sério resultante de corpos externos, acidentes, vandalismo e força maior.

Todas as informações contidas nesta documentação são apresentadas de boa fé e com a certeza de estarem corretas. A Proceq SA não dá garantias e exclui-se de toda a responsabilidade relativa à completitude e/ou precisão da informação.

Instruções de segurança

O equipamento não deve ser operado por crianças ou qualquer pessoa sob influência de álcool, drogas ou preparados farmacêuticos. Qualquer pessoa que não esteja familiarizada com este manual deve ser supervisionada quando estiver utilizando o equipamento.

2 Como começar

Nota: Quando fornecidos, os conjuntos de baterias não estão totalmente carregados. Antes de usá-los, carregue a bateria completamente. A fim de prevenir que a bateria seja danificada, evite descarregá-la demais ou guardá-la durante períodos prolongados quando estiver descarregada. Guarde o instrumento em temperatura ambiente e carregue a bateria totalmente pelo menos uma vez por ano.

2.1 Fundamentos do Resipod

Carregando o Resipod
O símbolo de estado da bateria será exibido quando o acumulador atingir 10% de sua capacidade. Nessas condições ainda será possível fazer muitas medições, mas é recomendável recarregar a bateria conectando a unidade a uma tomada ou um PC através da porta USB. Um ciclo de carga completo levará no mínimo 6 horas. A autonomia é > 50 horas.

Operação - Power ON / OFF
Aperte a tecla “Hold” na lateral do Resipod para ligar o aparelho.
Aperte e mantenha a tecla apertada por > 2 seg. para desligar a unidade (auto-desligamento após 10 min. em standby)

Em espera (Hold)

Salvar

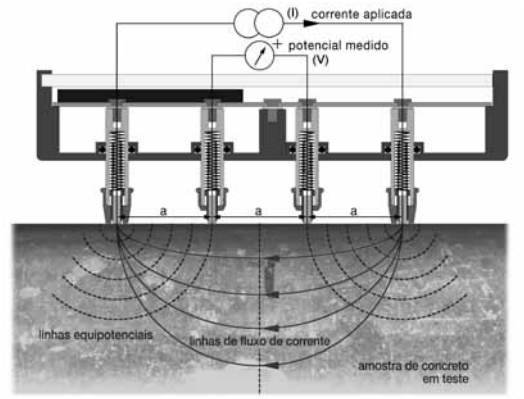
Verificação do funcionamento
Efetue uma verificação de funcionamento conforme descrição no capítulo 8.

Dar um reset

Há um pequeno botão para reset abaixo da tampa à prova d'água para a porta USB. Caso o instrumento tenha travado ou não responda, pressionar este botão com a ponta de um clipe de papel resetará o instrumento.

2.2 O princípio de medição do Resipod

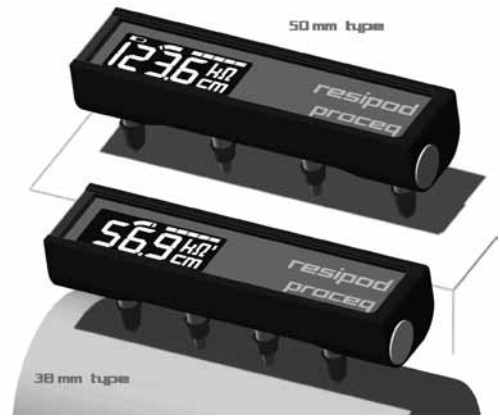
O Resipod representa uma evolução do medidor de resistividade que é padrão na indústria, o RM MKII da CNS Farnell, operando pelo princípio do dispositivo de Wenner.



O Resipod foi concebido para medir a resistividade elétrica do concreto. É aplicada uma corrente às duas sondas nas extremidades e a diferença de potencial é medida entre as duas sondas internas.
A corrente é carregada por íons no líquido do poro da estrutura.
A resistividade calculada depende do espaçamento destas sondas.

Resistividade $\rho = 2\pi aV/I$ [kΩcm]

Modelos do Resipod



Há duas versões do Resipod disponíveis:

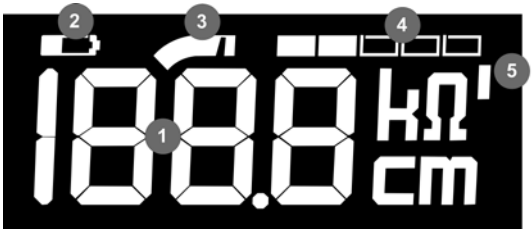
- O modelo de espaçamento de 50 mm das sondas está em conformidade com o padrão industrial aceito.

- O modelo de espaçamento de 38 mm (1.5”) das sondas está em conformidade com as especificações AASHTO do método de teste de resistividade na superfície.

Devido à natureza não homogênea do concreto, é preferível um espaçamento maior das sondas, já que isso permite um fluxo mais homogêneo da corrente de medição. No entanto, normalmente deve-se compensar isto com a necessidade de evitar a influência do aço de reforço (veja capítulo 3). O espaçamento de 50 mm é usualmente considerado como adequado.

Ambas as unidades operam com uma corrente alternada de 40 Hz a 38 V máx., gerada digitalmente.

2.3 O Display do Resipod



1. Resistividade medida
2. Estado da bateria
3. Indicação da faixa
4. Indicação da corrente
   20%, 40%, 60%, 80%, 100%
5. Indicação da leitura escalonada

Resistividade medida

A resolução do display depende da resistividade medida e do fluxo da corrente nominal. Consulte os dados técnicos.

Estado da bateria

O símbolo de estado da bateria será exibido quando o acumulador atingir 10% de sua capacidade. De outra forma estará em branco.

Indicação da faixa

O Resipod possui duas faixas de corrente.

O indicador de faixa à direita: faixa de 200 µA

Contanto que a resistência externa (resistência de contato das duas sondas nas extremidades mais a resistência da amostra) não seja alta demais, o Resipod passará a corrente máxima (200 µA) através da amostra.

O indicador de faixa à esquerda: faixa de 10 - 50 µA

Quando a resistência externa é alta demais, o Resipod automaticamente comuta para fornecer 50 µA.

Para resistências ainda mais altas, a unidade aplica a tensão máxima pelos eletrodos externos e mede a corrente resultante através da amostra. Neste caso, a resistividade exibida é um valor calculado (tensão através das sondas internas dividida pela corrente medida nas sondas externas), e a leitura é arredondada ao kΩcm mais próximo. Este modo funciona até uma corrente de 10µA (1 segmento aceso). Abaixo desta faixa é exibido “OL”. (veja “Indicação de conexão de má qualidade” abaixo).

Indicação da corrente

Todos os cinco segmentos acesos indicam que a corrente total de 200 µA ou 50 µA está passando pelo objeto de teste. Quando isto não é possível (veja abaixo), o display indica esta corrente do múltiplo de 10 µA mais próximo.

Indicação da leitura escalonada

O software ResipodLink permite que o usuário corrija a leitura exibida. Isso é tipicamente utilizado junto com um espaçamento de sondas fora de padrão, quando for necessário alterar o valor de espaçamento da sonda usado para calcular a resistividade. Também poderá ser usado para fazer uma correção baseada num fator de forma, se desejado.

Sempre que o apóstrofe à direita do símbolo kΩ estiver aceso, indica que o fator de correção foi aplicado.

3 Medindo a resistividade com o Resipod

Preparando a superfície do concreto

A superfície do concreto não deve ter recebido qualquer revestimento de isolamento elétrico e deve estar limpa. A armação de vergalhões abaixo da superfície deve ser traçada com ajuda de um detector de vergalhões (p.ex. Profoscope). Caso o concreto esteja completamente seco não será possível efetuar uma medição, já que a corrente é transportada por íons no líquido do poro, (veja 2.2). Por isso pode ser necessário molhar a superfície.

3.1 Efetuando uma medição

O mais importante para obter uma medição confiável é uma conexão de boa qualidade entre o instrumento e a superfície de concreto. Mergulhe os contatos em água diversas vezes antes de fazer uma medição - use um recipiente raso, de modo que possa pressioná-los contra o fundo - isto encherá os reservatórios. Aperte firmemente o Resipod para baixo até que as duas tampas de borracha nas extremidades estejam em contato com a superfície a ser testada.

Indicação de conexão ruim

No caso de uma conexão ruim, o Resipod exibirá um dos seguintes alertas.

Indicação de “Linha aberta (OL)”
A conexão das duas sondas externas com a superfície do concreto é ruim. Não é possível realizar medição.

As duas sondas internas não estão fazendo contato.
(verifique quanto à existência de furos ou locais secos na amostra)

Ou a resistividade da amostra é < 1KΩCM
A resistividade do material é extremamente baixa.

Fluxo excessivo
A resistividade está fora da faixa. Este limite depende do espaçamento, mas é tipicamente uma resistividade de >1000 kΩcm.

Seleção dos contatos

As pontas das sondas de aço são duras e podem ser utilizadas para arranhar uma camada fina de placa na superfície para que possa ser feita uma conexão melhor. O tamanho do contato, no entanto, nem sempre possibilitará passar todos os 200µA no concreto para obter a resolução máxima da medição.

© by Proceq SA

A fim de possibilitar isso, o Resipod é fornecido também com discos de contato de espuma para aumentar a área de contato. Simplesmente retire os contatos de aço e substitua-os pelos contatos de espuma. Devem ser igualmente umedecidos antes das medições.

Função de espera (Hold) e Salvar

Uma vez que uma medição estável tenha sido obtida, clique na tecla de espera (Hold) na lateral do Resipod para congelar a medição atual na tela.

Em espera (Hold)

- O display pisca para indicar que se encontra “em espera”.
- Clique novamente na tecla de espera (Hold) para retornar para o modo “ativo” ou:

Salvar

- Clique na tecla Salvar para registrar a medição. Aparece um “m” para indicar que uma nova medição foi armazenada neste local da memória. (No exemplo, a medição é a primeira medição armazenada na objeto de memória 2.)

3.2 Função de memória

O Resipod pode armazenar até 512 medições. A memória está organizada de forma que as medições são salvas em objetos numerados de 1 a 19. Cada objeto pode conter até 99 medições.

Objeto 1 - Medição 1

Objeto 19 - Medição 99

Você poderá verificar seu último número de registro “Objeto - Medição” simplesmente pressionando a tecla “Salvar” quando o instrumento não estiver no modo de espera.

Movendo para o objeto seguinte

Para mover até o próximo objeto simplesmente desligue o Resipod e então torne a ligá-lo.

Nota: O Resipod sempre mudará para o objeto seguinte quando for ligado e desligado. Caso deseje continuar com a medição no objeto anterior, simplesmente exclua a medição atual conforme descrito abaixo e você será conduzido ao objeto anterior.

Excluindo uma medição

A última medição foi salva no Objeto 4 - Medição 3.

Para excluir esta medição, aperte a tecla Em espera para que o display pisque.

(Caso o Resipod seja segurado no ar para isso, a tela “linha aberta (OL)” será exibida piscando.)

Aperte a tecla “Salvar” por 2 segundos para excluir a medição.

Objeto 4 – Medição 3 foi excluída. O display exibe um pequeno “c” para indicar que a última medição foi excluída. Medições subsequentes podem ser excluídas desta forma, mas apenas em sequência. Não é possível rolar de volta e excluir uma medição anterior.

Indicações do estado da memória

Uma série de telas especiais fornecem informações sobre a situação da memória.

O número do objeto é >19.
Todos os 19 objetos foram utilizados. Será necessário excluir medições antes de continuar usando a memória (veja acima).

O número da medição é >99
O objeto atual está cheio. Vá para o próximo objeto para salvar medições adicionais (veja acima).

A memória está vazia.

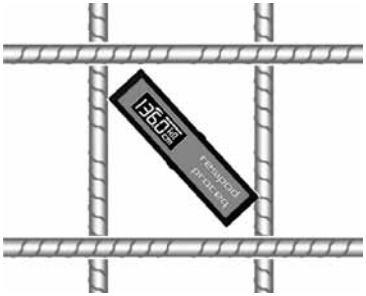
© by Proceq SA

4 Medições de resistividade “in situ”

4.1 Influências

Influências de vergalhões em medições de resistividade elétrica

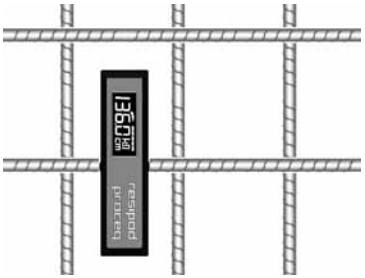
A presença de vergalhões interfere nas medições de resistividade elétrica, já que são muito melhores condutores de corrente do que o concreto no entorno. Isso é particularmente o caso quando a espessura de camada de concreto for inferior a 30 mm. Sempre que possível, os vergalhões não devem estar diretamente abaixo da sonda e não devem correr paralelamente à ela. A orientação de medição recomendada é determinada pelo espaçamento dos vergalhões comparada com o espaçamento das sondas.



A orientação ótima é a de medir diagonalmente aos vergalhões, como mostrado. Isso é possível se a distância entre as sondas for inferior ao espaçamento da armação dos vergalhões.

Para o Resipod 38 mm, a distância entre as sondas é de 38x3 = 114 mm (4.5”)

Para o Resipod 50 mm, a distância entre as sondas é de 50x3 = 150 mm (5.9”)



Caso o espaçamento dos vergalhões seja tão pequeno que os mesmos possam ser evitados, pode-se minimizar a influência do aço medindo perpendicularmente aos vergalhões, como mostrado.

RILEM TC154-EMC: TÉCNICAS ELETROQUÍMICAS PARA MEDIÇÔES DA CORROSÃO METÁLICA recomenda que se façam 5 medições do mesmo local movendo a sonda alguns mm entre cada medição para obter um valor médio dos 5 valores medidos.

Influência do tamanho do agregado

Conforme explicado no item 2.2, a corrente flui no líquido do poro da estrutura do concreto. No caso ideal, o espaçamento das sondas deverá ser maior do que o tamanho máximo do agregado, já que o material agregado usualmente é não condutor. A sonda de espaçamento variável fornecida com o Resipod Geometric deve ser utilizada para tamanhos de agregados maiores do que o espaçamento padrão de sondas.

Influência da temperatura

A temperatura do concreto deverá ser medida e registrada com as medições de resistividade. A resistividade diminui na medida em que a temperatura aumenta. Valores de referência para medições de resistividade são tipicamente definidos em 20°C (68°F). Estudos empíricos mostraram que a elevação da temperatura em um grau pode reduzir a resistividade em 3% para concreto saturado e 5% para concreto seco.

Influência do teor de umidade

Um teor de umidade maior diminui a resistividade. Isto pode ocorrer em função da saturação ou em decorrência de uma alteração na relação de água/cimento.

© by Proceq SA

Influência da carbonatação

O concreto carbonatado possui resistividade maior que o concreto sem carbonatação, no entanto, desde que a espessura da camada carbonatada seja significativamente menor do que o espaçamento das sondas, o efeito desta camada é pequeno. Consequentemente, se a camada carbonatada for espessa, pode ser necessário aumentar o espaçamento das sondas para obter bons resultados.

4.2 Aplicações

Testes e teoria empíricos mostraram que a resistividade está diretamente ligada tanto à probabilidade de corrosão decorrente da difusão de cloretos, quanto da taxa de corrosão depois que a despassivação do aço tiver começado.

Estimativa da probabilidade de corrosão

As medições de resistividade podem ser utilizadas para estimar a probabilidade de corrosão. Quando a resistividade elétrica (ρ) do concreto é baixa, a probabilidade de corrosão aumenta. Quando a resistividade elétrica é alta (p. ex. no caso de concreto seco e carbonatado), a probabilidade de corrosão diminui. Testes empíricos chegaram aos seguintes valores típicos para a resistividade medida que podem ser usados para determinar a probabilidade de corrosão. Esses números são para cimento Portland comum a 20°C.

Quando $\geq$ 100 kΩcm	Risco de corrosão insignificante
Quando = 50 to 100 kΩcm	Risco de corrosão baixo
Quando = 10 to 50 kΩcm	Risco de corrosão moderado
Quando $\leq$ 10 kΩcm	Risco de corrosão elevado

Indicação da taxa de corrosão

A seguinte interpretação das medições de resistividade do sistema de quatro sondas pelo método de Wenner tem sido citada com relação ao aço despassivizado (Langford and Broomfield, 1987).

> 20 kΩ cm	Taxa de corrosão baixa
10-20 kΩ cm	Taxa de corrosão baixa a moderada
5-10 kΩ cm	Taxa de corrosão alta
< 5 kΩ cm	Taxa de corrosão muito alta

Valores de referência empíricos

Muitos estudos ao longo de anos permitiram a coleta de um número elevado de dados empíricos da resistividade. Os dados apresentados aqui foram extraídos de “Test methods for on-site measurement of resistivity of concrete – a RILEM TC-154 technical recommendation” (“Métodos de teste para a medição “in situ” da resistividade de concreto - uma recomendação técnica RILEM TC-154) de Rob B. Polder. Os valores devem ser convertidos em kΩcm para estarem de acordo com o display do Resipod. Mais detalhes com relação à interpretação de resultados podem ser encontrados no documento mencionado.

Valores de referência globais a 20°C para a resistividade elétrica do concreto de estruturas maduras (idade > 10 anos).

Ambiente	Resistividade do concreto ρ kΩcm	
	Cimento Portland comum (CEM I)	Cimento de escória de alto forno (>65% escória) ou cinzas volantes (>25%) ou sílica ativa (5%)
Muito molhado, submerso, zona de respingos, câmara úmida	5-20	30-100
Exterior, exposto	10-40	50-200
Exterior, protegido, revestido, com tratamento hidrofóbico (sem carbonatação) (20°C / 80% RH)	20-50	100-400
Exterior, protegido como acima (com carbonatação)	100 e mais	200-600 e mais
Clima de ambiente interno (com carbonatação) 20°C / 50%RH	300 e mais	400-1000 e mais

Mapeamento da resistividade

Mapear a resistividade de uma estrutura permite que se façam interpretações úteis através da comparação de valores com os apresentados na tabela acima. Observe que a correção da temperatura descrita anteriormente deve ser levada em consideração. No caso das condições de exposição serem iguais, variar os valores de resistividade poderá indicar variações locais da relação água/cimento. Caso se saiba que o concreto é homogêneo em toda a sua estrutura, as medições de resistividade podem ser usadas para determinar o quanto várias áreas estão relativamente úmidas e secas.

Correlação com permeabilidade

Estudos mostraram que a resistividade pode ser diretamente relacionada a taxa de difusão de cloretos. O mapeamento “in situ” da resistividade de uma estrutura de concreto identificará as áreas mais permeáveis. Tais áreas apresentam maior probabilidade de serem suscetíveis à penetração do cloreto. O modelo do Resipod com espeçamento 38 mm está conforme com o novo método de teste de resistividade da superfície AASHTO que usa a resistividade da superfície como uma indicação da permeabilidade do concreto. Detalhes do teste podem ser encontrados na página AASHTO oficial http://tig.transportation.org/Pages/SurfaceResistivityTest.aspx.

Avaliação “in situ” da eficácia da cura

Medições de resistividade podem ser usadas “in situ” para determinar a cura prematura do concreto. Esta é uma aplicação especialmente importante em países de clima quente onde a cura prematura do cimento pode causar o enfraquecimento estrutural em função da reação de hidratação. O método se aproveita do fato de que a resistividade está fortemente associada à umidade do concreto. Medições “in situ” são comparadas com medições feitas num cilindro de referência saturado para definir a resistividade relativa que pode ser usada para isolar os efeitos da umidade e então determinar a cura prematura. Consulte “Electrical resistivity as a tool to on site assessment of curing efficiency – by L. Fernandez Luco, C. Andrade and M.A. Climent (June 2009)”.

Medições de resistividade e sistemas de proteção catódica

A eficácia de um sistema de proteção catódica depende muito da resistividade do concreto. Mapear a resistividade antes da instalação permite que se divida a estrutura em áreas separadas que necessitem de diferentes níveis de fluxo de corrente.

© by Proceq SA

5 Aplicações em controle de qualidade

O modelo do Resipod com espeçamento de 38 mm está conforme com o método de teste de resistividade da superfície AASHTO TP 95-11 que usa a resistividade da superfície como uma indicação da permeabilidade do concreto. Detalhes do teste podem ser encontrados na página AASHTO oficial: http://tig.transportation.org/Pages/SurfaceResistivityTest.aspx

A família Resipod completa-se com mais dois instrumentos que se diferenciam na aplicação, como pode ser visualizado na tabela:

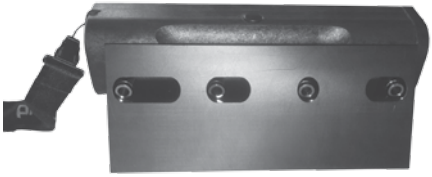
Aplicação	Resipod	Resipod Geométrico ou "Geometric"	Resipod Resisitividade Volumétrica ou "Bulk Resistivity"
Teste de resistividade superficial em cilindros padrão (4" x 8", 100 x 200mm) ou (6" x 12", 150 x 300mm) com tamanho máximo de agregado (1.5", 38mm). Espaçamento fixo das sondas (1.5", 38mm)	●	●	●
Teste de resistividade volumétrica em cilindros com até 100mm (4") de diâmetro			●
Teste de resistividade superficial em cilindros não padrão com agregados de tamanhos que não excedam > 1.5", 38mm		●	
Fator de correção para espaçamento de sonda	●	●	●
Fator de correção para geometria da sondas		●	
Fator de correção a ser definido pelo usuário		●	
Acessório de Resistividade Volumétrica		●	
Mapeamento da resistividade superficial "in situ" para: estimativa da probabilidade de corrosão, taxa de corrosão e implementação de sistemas de proteção catódica	●	●	

5.1 Resipod Resisitividade Volumétrica ou "Bulk Resistivity"

O acessório possui um suporte que permite montar o instrumento de forma conveniente, inserir os cabos facilmente nos conectores traseiros e as placas de medição com elementos de espuma condutora apropriados para cilindros 4"x8".

O suporte acomoda as duas versões Resipod (38 mm e 50 mm).

Resipod 38 mm em seu suporte



Resipod 50 mm em seu suporte

Conexão dos cabos

A ligação dos cabos é simples, como mostrado aqui.

Medindo a compensação

Os elementos de espuma fazem o contato elétrico com o cilindro, mas também oferecem uma resistência que deve ser medida e compensada a fim de determinar a resistividade volumétrica real do cilindro em teste.
A resistência dos elementos de espuma varia com a pressão aplicada.
As resistências dos elementos de cima e de baixo podem ser medidas da seguinte forma:

Configuração do teste para medir a resistência do elemento de espuma superior ($R_{superior}$):

Placa superior

Elemento de espuma superior

Placa inferior

Configuração do teste para medir a resistência do elemento de espuma inferior ($R_{inferior}$):

Cilindro a ser testado

Placa superior
Elemento de espuma inferior
Placa inferior

Configuração do teste para medir a resistividade volumétrica do cilindro (R_{medida}):

Placa superior
Elemento de espuma superior

Cilindro a ser testado

Elemento de espuma inferior
Placa inferior

A resistência medida é a soma da resistência do cilindro mais os dois elementos, portanto:
$R_{cilindro} = R_{medido} – R_{superior} - R_{inferior}$

Cálculo da resistividade volumétrica

O Resipod exibe um valor em kΩcm. O valor obtido do display do Resipod deve ser dividido por 2πa (onde "a" é o espaçamento das sondas, ou 3.8 cm, ou 5.0 cm). Para o Resipod com espaçamento das sondas de 38mm:

Tamanho do cilindro	2πa	A (cm2)	L (cm)	A/L (cm)
4x8	23,88	81,07	20.32	3.99

A resistividade volumétrica $\rho = K \times R_{cilindro}$, onde K = A/L

Exemplo
$R_{cilindro}$ = 52 kΩcm
$R_{cilindro}$ (corrigido) = 52 / 23.88 = 2.18 kΩ
Resistividade volumétrica $\rho = K \times R_{cilindro}$ = 2,18 x 3.99 = 8.69 kΩcm

Resistividade volumétrica no ResipodLink

O ResipodLink permite calcular K automaticamente e fazer o seu download direto para o instrumento Resipod, de modo que o display mostre o valor correto em kΩcm. Veja capítulo 9.

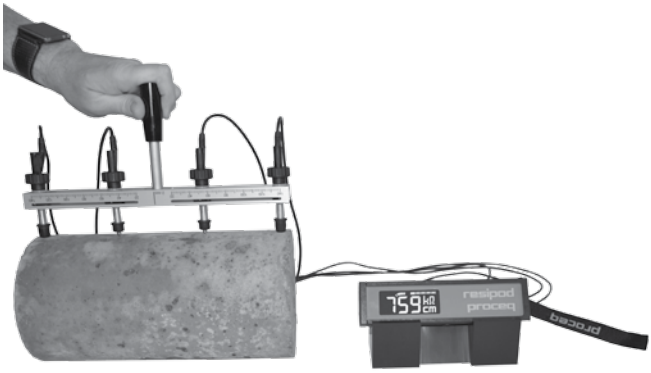
5.2 Resipod Geometric

O Resipod Geometric é fornecido com um suporte e um espaçamento das sondas variável que permite que o mesmo possa ser variado entre 40mm e 70mm. Isso permite acomodar agregados de tamanhos maiores.

O software ResipodLink (capítulo 9) permite que o usuário insira o espaçamento das sondas correto e também um fator de correção geométrico para que a medição correta da resistividade seja exibida diretamente no instrumento.

O fator de correção para cilindros foi desenvolvido para estar em conformidade com as últimas pesquisas voltadas à extensão do método atual da AASHTO de teste da resistividade superficial para outras geometrias de amostras.

Adicionalmente, o usuário também poderá introduzir um fator de correção personalizado.



6 Unidades, peças e acessórios

N° da peça	Descrição
381 10 000	Resipod, espaçamento de 50mm, placa de teste, contatos de espuma, carregador com cabo USB, software, alça para transporte, documentação e caixa.
381 20 000	Resipod, espaçamento de 38mm (1.5”), placa de teste, contatos de espuma, carregador com cabo USB, software, alça para transporte, documentação e caixa.
381 30 000	Resipod Resisitividade Volumétrica ou “Bulk Resistivity”, espaçamento de sonda de 50mm, placa de teste, contatos de espuma, carregador com cabo USB, software, alça para transporte, documentação e caixa, kit de Resisitividade Volumétrica.
381 40 000	Resipod Bulk Resistivity, espaçamento de sonda de 38mm (1.5”), placa de teste, contatos de espuma, carregador com cabo USB, software, alça para transporte, documentação e caixa, kit Resipod Resistividade Volumétrica ou “Bulk Resistivity”.
381 50 000	Resipod Geometric, espaçamento de sonda de 50mm, placa de teste, contatos de espuma, carregador com cabo USB, software, alça para transporte, documentação e caixa, acessório Resipod Geométrico.
381 60 000	Resipod Geometric, espaçamento de sonda de 38mm, placa de teste, contatos de espuma, carregador com cabo USB, software, alça para transporte, documentação e caixa, acessório Resipod Geométrico.

Peças e acessórios	Descrição
381 01 088	Acessório de Resistividade Volumétrica
381 01 098	Acessório do Resipod Geometric
381 01 094	Acessório para sonda de espaçamento variável
381 01 089	Suporte do Resipod
381 01 043 S	Conjunto para substituição dos contatos de espuma (5x4)
381 01 092 S	Contatos para Resistividade Volumétrica (10 unidades)
381 01 038	Placa de teste
381 01 031	Tampa do contato interno (veja observação abaixo)
381 01 041	Tampa do contato externo (veja observação abaixo)
381 01 033	Contato completo (veja observação abaixo)
381 01 036	Mola do contato
381 01 014	Tampa do USB
381 01 070	Chave para a porta USB
391 80 110	Alça para transporte

Para substituir um dos contatos internos serão necessárias as peças 381 01 031, 381 01 033 e 381 01 036.
Para substituir um dos contatos externos serão necessárias as peças 381 01 041, 381 01 033 e 381 01 036.

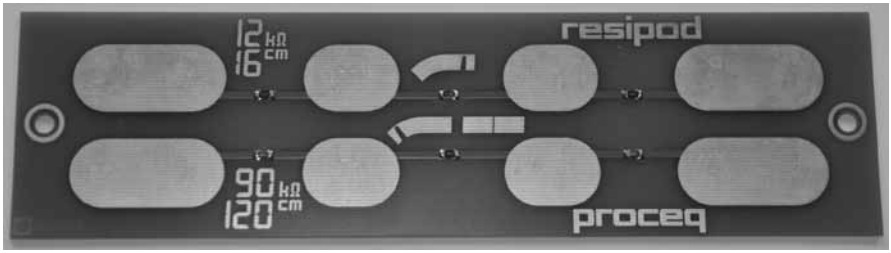
7 Especificações técnicas

Gama de medição:	1kΩcm - aprox. 1000 kΩcm (dependendo do espaçamento da sonda)
Resolução (corrente nominal 200µA)	±0.2 kΩcm ou ±1% (o que for maior)
Resolução (corrente nominal 50µA)	±0.3 kΩcm ou ±2% (o que for maior)
Resolução (corrente nominal <50µA)	±2 kΩcm ou ±5% (o que for maior)
Frequência	40 Hz
Memória	Não volátil, aprox. 500 valores medidos
Alimentação elétrica	>50 horas de autonomia
Conexão do carregador	USB tipo B, (5V, 100mA)
Dimensões	197 x 53 x 69,7 mm (7,8 x 2,1 x 2,7 polegadas)
Peso	318 g (11,2 onças)
Temperatura operacional	0° a 50°C (32° a 122°F)
Temperatura de armazenamento	-10° a 70°C (14° a 158°F)

8 Manutenção e suporte

Verificação do funcionamento

O funcionamento correto do Resipod poderá ser verificado com a placa de teste fornecida. A placa de teste pode ser utilizada em ambos os modelos do Resipod (espaçamento 38 mm, 1.5” e 50 mm).



A linha de cima permite realizar o teste do funcionamento usando toda a faixa de 200 µA. A linha de baixo permite realizar o teste de funcionamento usando a faixa reduzida de 50 µA. Resistores nos contatos externos limitam a corrente máxima em aprox. 20 µA, (apenas há dois segmentos ativos na placa de indicação de corrente).

Os resultados de teste esperados encontram-se resumidos na tabela abaixo:

Faixa de corrente	**Resultado de teste esperado Espaçamento 38 mm (1,5”)**	**Resultado de teste esperado Espaçamento 50 mm**
200µA (linha superior)	12 (±0.2) kΩcm	16 (±0.2) kΩcm
50 µA (linha inferior)	90 (±1.8) kΩcm	120 (±2.4) kΩcm

Limpando as sondas e carcaça do aparelho

As sondas podem ser removidas com o fim de limpeza, substituição ou para encaixar acessórios para teste, como a sonda de espaçamento variável. Seu encaixe é feito sob pressão, então basta puxá-los. Tome cuidado para não perder a mola.

Após a limpeza recoloque as sondas inserindo-as firmemente nos encaixes correspondentes. Assegure-se do encaixe perfeito exercendo pressão sobre a tampa de borracha conforme mostra a figura. As tampas longas são colocadas nas sondas nas extremidades.

As sondas não precisam ser mantidas úmidas quando a unidade não estiver em uso.

A unidade pode ser enxaguada com água (verifique se a tampa USB está bem fechada). Na medida em que o instrumento possui uma impedância de entrada extremamente elevada, verifique se a parte inferior da caixa está limpa (depósitos de sujeira ou sal poderão criar correntes de fuga e resultar em medições incorretas).

Observação! As molas são longas intencionalmente, para assegurar uma pressão constante em todas as quatro sondas, ao mesmo tempo permitindo um deslocamento de ± 4 mm nas pontas internas para adaptação à superfícies irregulares ou curvas.

Conceito de suporte

A Proceq se compromete a fornecer assistência completa para este instrumento através do nosso serviço de assistência e instalações de apoio globais. Recomenda-se que o usuário registre o produto sob www.proceq.com a fim de obter as atualizações mais recentes e outras informações importantes.

Garantia padrão e garantia estendida

A garantia padrão cobre a parte eletrônica do instrumento por 24 meses e a parte mecânica do instrumento por 6 meses. Pode ser adquirida uma garantia estendida por um, dois ou três anos para a parte eletrônica do instrumento em até 90 dias após a compra.

9 Software ResipodLink

Instalando o ResipodLink

Localize o arquivo “ResipodLink Setup.exe” no seu computador ou no CD e clique nele. Siga as instruções que aparecem na tela.
Assegure-se de ter selecionado “Iniciar instalação driver USB”.

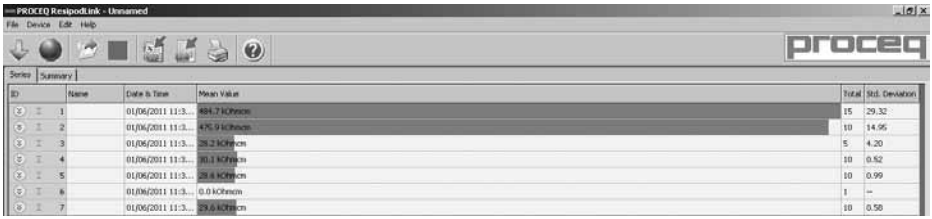
Iniciando o ResipodLink e visualizando os dados armazenados no Resipod

Dê um duplo clique no ícone do ResipodLink no seu desktop ou inicie o ResipodLink através do menu inicial. O Resipodlink inicia com uma lista em branco.

Configurações do aplicativo

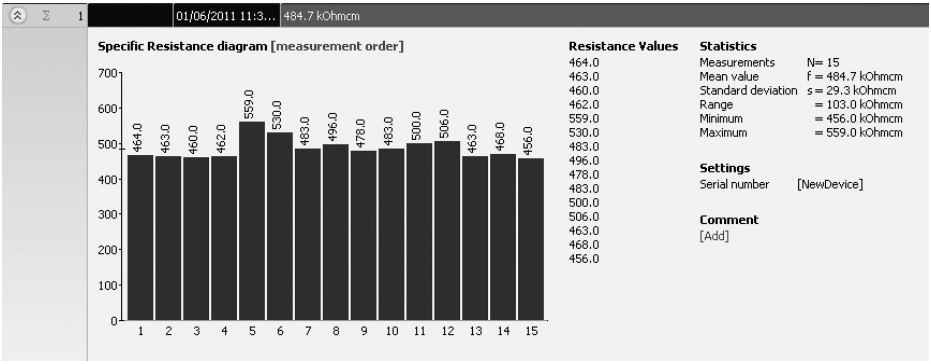
O item do menu “Arquivo – Configurações do aplicativo” permite que o usuário selecione o idioma e o formato de data e hora a serem usados.

Conecte o Resipod a uma porta USB e então clique neste ícone para fazer o download de todos os dados do Resipod.


PROCEQ ResipodLink - Unnamed
File Device Edit Help
proceq
Series Summary
ID Name Date & Time Mean Value Total Std. Deviation
1 01/06/2011 11:3... 484.7 kOhmcm 15 29.32
2 01/06/2011 11:3... 475.9 kOhmcm 10 14.95
3 01/06/2011 11:3... 28.2 kOhmcm 5 4.20
4 01/06/2011 11:3... 30.1 kOhmcm 10 0.52
5 01/06/2011 11:3... 29.6 kOhmcm 10 0.99
6 01/06/2011 11:3... 0.0 kOhmcm 1 --
7 01/06/2011 11:3... 29.6 kOhmcm 10 0.58

Um número “Id” identifica o objeto da medição:
A coluna “Nome” permite que o usuário defina um nome para o objeto a ser medido.
A “Data e hora” quando os dados são baixados para o PC.
O “Valor médio”.
O número “Total” de medições nesta série.
O “Desvio padrão” das medições nestas séries.

Clique no ícone da seta dupla na coluna “Id” para ver mais detalhes:



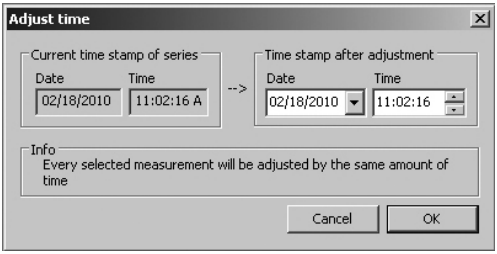
Nota: Clique em “Adicionar” para anexar um comentário ao objeto.

Janela de resumo

Além da visualização “Série” descrita acima, o ResipodLink também oferece ao usuário uma janela “Resumo”. Isso é útil nos testes de uniformidade, para identificar rapidamente áreas ou objetos de qualidade inferior. Clique na respectiva aba para trocar entre uma visualização e a outra.

Para incluir ou excluir uma série de um resumo, clique no símbolo resumo na coluna de ID. Este símbolo ou estará “preto” ou “cinza”, o que mostra se a série está ou não incluída no resumo.

Ajustando data e hora



Com o botão direito clique na coluna de “Data e hora”.

A hora será ajustada apenas para a série selecionada.
Observe que o Resipod não possui um relógio interno, portanto a data e hora exibidas para dados baixados são aquelas em que os dados foram baixados.

Exportação dos dados

O ResipodLink permite que você exporte objetos selecionados ou um projeto inteiro para usá-los em programas de terceiros. Clique no(s) objeto(s) de medição que deseja exportar.

Clique no ícone “Exportar como arquivo(s) CSV”. Os dados para este(s) objeto(s) de medição são exportados como arquivo ou arquivos Microsoft Office Excel separados por vírgulas. As opções de exportação podem ser selecionadas na seguinte janela.

Clique no ícone “Exportar como um gráfico” para abrir a janela que exibe as diversas opções de exportação que podem ser selecionadas.

Em ambos os casos, uma janela de previsão mostra o efeito de como será a exportação dos dados selecionados.

Finalize clicando em exportar para selecionar o destino, nomeie o arquivo e no caso de emissão gráfica, para configurar o formato da emissão gráfica: .png, .bmp ou .jpg

Deletando e restaurando dados

O item do menu “Editar – Excluir” permite que você exclua uma ou mais séries selecionadas dos dados baixados.

Nota: Isso não exclui dados do Resipod, apenas dados no projeto atual.

Restaurar dados baixados originalmente

Selecione o item do menu “Arquivo – Restaurar todos os dados originais” para restaurar os dados no formato original em que foram baixados. Esta é uma ferramenta útil quando você esteve manipulando os dados, mas deseja retornar aos dados originais. Será dada uma advertência que indicará que os dados originais serão restaurados em seguida. Confirme para restaurar.

Nota: Quaisquer nomes ou comentários que tenham sido adicionados a séries serão perdidos.

Deletar dados armazenados no Resipod

Selecione o item do menu “Dispositivo - Deletar todos os dados no Resipod” para deletar todos os dados armazenados no Resipod. Será dada uma advertência informando que todos os dados serão deletados. Confirme para deletar. Não é possível deletar séries individualmente.

Mais funções

Os seguintes itens do menu estão disponíveis através dos ícones no alto da tela:

Ícone “PQUpgrade” - Permite atualizar o seu firmware através da internet ou a partir de arquivos locais.

Ícone “Abrir projeto” - Permite que abra um projeto .pqr salvo anteriormente.

Ícone “Salvar projeto” - Permite que salve o projeto atual.

Ícone “Imprimir” - Permite que imprima o projeto. Você poderá selecionar no diálogo da impressora, se deseja imprimir todos os dados ou apenas os trechos selecionados.

Configurando um fator de correção

Veja capítulo 2,2. A medição padrão no display do Resipod indica:
Resistividade $\rho = 2\pi aV/I$ [kΩcm], onde “a” é o espaçamento padrão das sondas do instrumento, (ou 38mm, ou 50mm).

O item do menu “Dispositivo – Configurar a medição” permite que o fator de correção possa ser baixado para o instrumento, de forma que se possa ler a resistividade diretamente quando o dispositivo estiver sendo usado com:

- Acessórios para sonda de espaçamento variável (381 01 094)
- Acessório de Resistividade Volumétrica (381 01 088)
- Uma geometria da amostra diferente

Nota: Ao trabalhar com o padrão AASHTO TP95-11 usando a versão 38mm do Resipod, não há necessidade de efetuar qualquer correção, já que isso já foi considerado nos valores indicados no padrão.

Nota: Sempre que for configurado um espaçamento de contato ou um fator de correção geométrico fora do padrão, todas as medições no Resipod são deletadas. Por isso, é importante salvar todas as medições gravadas no Resipod antes de começar.

Modo de medição

- Medição de superfície para a medição com sonda Wenner 4-pontas.
- Medição volumétrica para trabalhar com o acessório de resistividade volumétrica.

Espaçamento de contatos

- Espaçamento padrão – ou 38mm, ou 50mm dependendo do modelo Resipod.
- Espaçamento personalizado – com o acessório sonda com espaçamento variável isso pode ser qualquer medida entre 40mm e 70mm. Também é possível configurar um espaçamento além dessa faixa, para ser usado com cabos de extensão personalizados.

Fator de correção Geometric

- Plano – Configuração padrão, usada para medir "in situ" e também para usar com o padrão AASHTO TP 95-11.
- Cilindro – Configure o comprimento e o diâmetro do cilindro a ser testado.
  O fator de correção (k) é calculado de acordo com a última pesquisa para resistividade de superfície de cilindros endurecidos.

$$k \cong \frac{2\pi}{1.09 - \frac{0.527}{d/a} + \frac{7.34}{(d/a)^2}}$$

d = diâmetro do cilindro (mm), a = espaçamento das sondas (mm), L = comprimento do cilindro (mm)

Fórmula válida para: $d/a \leq 4$ e $L/a \geq 5$ (p.ex. para um cilindro de 200mm, o espaçamento de sondas máximo é de 40mm)

O fator de correção da medição volumétrica é calculado de acordo com o método descrito no capítulo 5.1:

ex. $K = A/L = (\pi \times 5^2) / 20 = 3.927$

- Prisma – Usado para cubos e prismas. Ainda não foi implementado nenhum fator de correção para a medição da superfície. A medição volumétrica é calculada de acordo com o método descrito no capítulo 5.1.

- Fator de correção personalizado – Para fatores de correção definidos pelo usuário, selecione essa opção e introduza o valor da correção diretamente.
  Se não for selecionado, o valor exibido aqui mostra o fator de correção calculado (k) baseado nas opções selecionadas acima.

Fazer o download do fator de correção para o Resipod

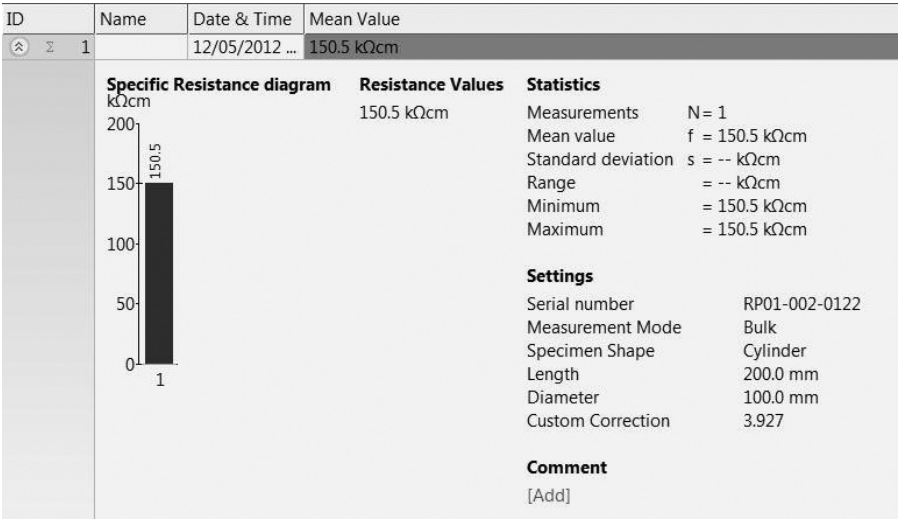
- Complete a ação pressionando OK. Será exibida uma advertência para indicar que todas as medições atualmente armazenadas no Resipod serão excluídas.

Surgirá um apóstrofe à direita do símbolo kΩ para indicar que o fator de correção foi aplicado.

Correção aplicada = 2πa/k (“a” em cm).

Exibição dos valores da resistividade corrigidos no ResipodLink

As configurações de correção são registradas com os dados de medição e exibidas no ResipodLink, como mostra essa medição de resistividade volumétrica



Notas

Notas

Proceq Europa
Ringstrasse 2
CH-8603 Schwerzenbach
Telefone +41-43-355 38 00
Fax +41-43-355 38 12
info-europe@proceq.com

Proceq UK Ltd.
Bedford i-lab, Priory Business Park
Stannard Way
Bedford MK44 3RZ
Reino Unido
Telefone +44-12-3483-4515
info-uk@proceq.com

Proceq USA, Inc.
117 Corporation Drive
Aliquippa, PA 15001
Telefone +1-724-512-0330
Fax +1-724-512-0331
info-usa@proceq.com

Proceq Asia Pte Ltd
12 New Industrial Road
#02-02A Morningstar Centre
Cingapura 536202
Telefone +65-6382-3966
Fax +65-6382-3307
info-asia@proceq.com

Proceq Rus LLC
Ul. Optikov 4
korp. 2, lit. A, Office 412
197374 São Petersburgo
Rússia
Telefone/Fax + 7 812 448 35 00
info-russia@proceq.com

Proceq Oriente Médio
P. O. Box 8365, SAIF Zone,
Sharjah, Emirados Árabes Unidos
Telefone +971-6-557-8505
Fax +971-6-557-8606
info-middleeast@proceq.com

Proceq SAO Ltd.
Operações América do Sul
Alameda Jaú, 1905, cj 54
Jardim Paulista, São Paulo
Brasil Cep. 01420-007
Telefone +55 11 3083 38 89
info-southamerica@proceq.com

Proceq China
Unit B, 19th Floor
Five Continent International Mansion, No. 807
Zhao Jia Bang Road
Xangai 200032
Telefone +86 21-63177479
Fax +86 21 63175015
info-china@proceq.com

www.proceq.com
Sujeito a alterações sem aviso prévio.

Copyright © 2013 por Proceq SA, Schwerzenbach
Nº da peça: 820 381 04 P

ISO 9001

proceq